

## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭62-119917

⑤Int.Cl.  
H 01 L 21/203  
21/263  
// H 01 L 33/00

識別記号  
厅内整理番号  
7739-5F

④公開 昭和62年(1987)6月1日  
6819-5F 審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑥発明の名称 炭化ケイ素単結晶の形成方法

⑦特願 昭60-260188  
⑧出願 昭60(1985)11月20日

⑨発明者 松本 昭一郎 守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内  
⑩出願人 三洋電機株式会社 守口市京阪本通2丁目18番地  
⑪代理人 弁理士 藤田 龍太郎

## 明細書

## 1 発明の名称

炭化ケイ素単結晶の形成方法

## 2 特許請求の範囲

① 炭化ケイ素単結晶基板上の異なる領域に分子線エピタキシャル成長法により複数の異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を選択的に形成する炭化ケイ素単結晶の形成方法において、前記基板の分子線入射側と反対側に前記基板の温度調整用防熱マスクを配設し、前記防熱マスクを介し加熱手段により前記基板を加熱して前記基板に異なる成長温度領域を形成し、前記各領域にそれぞれ異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を成長させることを特徴とする炭化ケイ素単結晶の形成方法。

## 3 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

この発明は、炭化ケイ素単結晶基板上の異なる領域に複数の異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を選択的に分子線エピタキシャル成長させる炭化ケイ素単結晶の形成方法に関する。

## 〔従来の技術〕

一般に、分子線エピタキシャル成長(以下MBEという)法により半導体基板上に所定パターンの半導体結晶を選択成長させる手法として、高橋清「分子線エピタキシー技術」(株式会社工業調査会)頁82,83に記載されているように、メカニカルマスクを用いる手法がよく知られている。

これは、たとえば第4図に示すように、分子線源(1)と半導体基板(2)との間に、所定形状の透孔(3)が形成されたメカニカルマスクとしての分子線カットマスク(4)が配設され、分子線源(1)からの分子線がマスク(4)の透孔(3)のみを通過して透孔(3)に対応する領域にのみ半導体結晶をエピタキシャル成長させるものである。

そして前記した手法により、炭化ケイ素(SiC)単結晶基板上の異なる領域に複数の異なる結晶構造のSiC単結晶を選択的にエピタキシャル成長させる場合、たとえば6H型および3C型の2種類の結晶構造のSiCのpn接合を形成するとすると、第5図(a), (b)にそれぞれ示すように、中央部に透孔

(5)を有する第1マスク(6)および両端部に透孔(7)を有する第2マスク(8)を準備し、第6図(a)に示すように6H型SiC単結晶基板(9)上に6H型SiC単結晶からなるバッファ層①を形成し、その後第1マスク(6)を分子線源と基板(9)との間に配設し、基板(9)を加熱手段により6H型SiC単結晶の成長温度であるT<sub>1</sub>°Cに加熱し、第1マスク(6)を介して分子線源からの分子線を基板(9)に照射し、同図(b)に示すように、バッファ層①の中央部に6H型のSiC単結晶からなるn層②をエピタキシャル成長させる。

つぎに、第2マスク(8)を分子線源と基板(9)との間に配設し、基板(9)を加熱手段により3C型SiC単結晶の成長温度であるT<sub>2</sub>(<T<sub>1</sub>)°Cに加熱し、第2マスク(8)を介して分子線源からの分子線を基板(9)に照射し、第6図(c)に示すように、バッファ層①の両端部に3C型SiC単結晶からなるn層③をエピタキシャル成長させる。

さらに、3C型SiCのn層③を形成したのち、前記した6H型SiCのn層②の成長時と同様に基

合わせを精度よく行なうことができず、成長する結晶表面の平坦性および品質の低下を招き、第3に2枚のマスク(6), (8)の保持、駆動用に、かなり大がかりなマニピュレータが必要になり、このような大型のマニピュレータを真空室内に収納しなければならないため、真空室内の汚染や真空度の低下の原因となり、成長する結晶の品質に悪影響を及ぼす虞れがある。

そこで、この発明は、マスク交換等の操作を省き、工程の簡略化および所用時間の短縮化を図り、しかも真空室内の汚染や真空度の低下を防止し、平坦性および品質の優れたSiC単結晶を形成できるようにすることを技術的課題とする。

#### [問題点を解決するための手段]

この発明は、前記の諸点に留意してなされたものであり、炭化ケイ素単結晶基板上の異なる領域に分子線エピタキシャル成長法により複数の異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を選択的に形成する炭化ケイ素単結晶の形成方法において、前記基板の分子線入射側と反対側に前記基板の温度調整

板温度をT<sub>1</sub>°Cとし、第1マスク(6)を介した分子線の照射により、第6図(d)に示すように、n層②上に6H型SiC単結晶からなるp層④をエピタキシャル成長させて6H型SiCのpn接合を形成し、その後前記した3C型SiCのn層③の成長時と同様に基板温度をT<sub>2</sub>°Cとし、第2マスク(8)を介した分子線の照射により、同図(e)に示すように、両n層③上にそれぞれ3C型SiC単結晶からなるp層⑤をエピタキシャル成長させて3C型SiCのpn接合を形成する。

#### [発明が解決しようとする問題点]

ところが、前記したSiC単結晶の形成方法の場合、次の3つの問題点があり、第1に各SiC単結晶層②～④のエピタキシャル成長を別個に行なうため、4回の成長工程が必要となり、工程数が多く、長時間を要し、第2に2枚のマスク(6), (8)が必要になり、各層②～④の成長ごとにマスク(6), (8)を交互にセットしなければならず、非常に手間がかかり、しかもマスク(6), (8)の位置合わせを検視の困難を真空室内で行なうため、マスクの位置

用防熱マスクを配設し、前記防熱マスクを介し加熱手段により前記基板を加熱して前記基板に異なる成長温度領域を形成し、前記各領域にそれぞれ異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を成長させることを特徴とする炭化ケイ素単結晶の形成方法である。

#### [作用]

したがつて、この発明では、炭化ケイ素単結晶基板の分子線入射側と反対側に基板温度調整用の防熱マスクが配設され、加熱手段により防熱マスクを介して基板が加熱され、基板に異なる成長温度領域が形成され、基板の各領域の温度に応じた結晶構造の炭化ケイ素単結晶がエピタキシャル成長する。

このとき、従来のメカニカルマスクを使用する場合のように、結晶構造の異なる炭化ケイ素単結晶を成長させることにマスクを交換する必要がなく、操作、工程が大幅に簡略化され、しかも複数のマスクの交換機能を有するマニピュレータも不要となり、真空室内の汚染、真空度の低下が防止

される。

#### [実施例]

つぎに、この発明を、その1実施例を示した第1図ないし第3図とともに詳細に説明する。

いま、第1図に示すように、たとえば6H型のSiC単結晶基板の分子線源による分子線入射側と反対側に加熱手段としてのヒータ物を配設し、ヒータ物と基板との間に、高融点金属からなり中央部に四角形の透孔が透設された基板温度調整用防熱マスクを配設し、マスクを介しヒータ物により基板を加熱し、基板の中央部、すなわち第1図中の斜線部分に6H型SiCの成長温度である1450~1550°Cの高温領域(15a)を形成するとともに、基板の高温領域(15a)の周囲に3C型SiCの成長温度である950~1250°Cの低温領域(15b)を形成し、基板に分子線源による分子線を照射して両領域(15a),(15b)にそれぞれ6H型および3C型のSiC単結晶を成長させる。

このとき、基板とマスクとの間の距離を一定に保持して基板に前記した温度の領域(15a)

すると、まず第3図(a)に示すように、基板上に6H型SiC単結晶からなるバッファ層を形成し、その後前記したように基板に高温、低温領域(15a),(15b)を形成してNH<sub>3</sub>ガスをドーパントとする分子線を照射し、同図(b)に示すように、バッファ層を介し両領域(15a),(15b)上にそれぞれ6H型SiC単結晶からなるn層および3C型SiC単結晶からなるn層を同時にエピタキシャル成長させる。

ここで高温領域(15a)と低温領域(15b)との境界部分には温度勾配が生じるため、高温領域(15a)の周辺部に相当する第3図(b)中の黒塗り部分には6H型と3C型の両SiCのn形単結晶が混在することになり、以下これをn形混在層といふ。

さらにn層、即ち成長後、A<sub>15</sub>をドーパントとする分子線の照射により、第3図(c)に示すように、n層、即ち上にそれぞれ6H型SiC単結晶からなるp層および3C型SiC単結晶からなるp層を同時にエピタキシャル成長させ、6H型SiCのpn接合層および3C型SiCのpn接合層を形成す

る、(15b)を形成するために、第2図に示すようなホルダ側により基板およびマスクを支持するようにして、次にこのホルダ側の構成について説明する。

第2図において、即ち一端の開口(21a)の内側に基板の接着用段部(21b)が形成されるとともに他端の内周にめねじ(21c)が形成された第1円筒体、即ち周縁部が段部(21b)に当接して接着された基板を押える抑えリング、即ちリングを第1円筒体に固定する固定用ボルト、即ち内側中央部に一体にマスクの接着用段部(24a)を有する鋼部(24b)が形成され一端の外周にめねじ(24c)と螺合するおねじ(24d)が形成された第2円筒体、即ち周縁部が鋼部(24b)の段部に当接して接着されたマスクを押える抑えリング、即ち固定用ボルトであり、リングを第2円筒体の鋼部(24b)に固定するようになつてゐる。

つぎに、高温、低温領域(15a),(15b)に6H型、3C型のSiC単結晶をそれぞれ成長させてpn接合発光ダイオードを形成する手順について詳述

る。

このとき、前記n形混在層上には同様の理由によりp形混在層が形成されることになる。

そして、第3図(d)に示すように、ArをキャリアガスとするO<sub>2</sub>,C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>の混合ガスによる気相エッチングによりn形およびp形混在層を選択的に除去したのち、基板の下面およびp層、即ち上の必要部分にそれぞれ下部電極64、上部電極65を形成し、同図(e)に示すように、基板ごと所定個所にて切断し、複数個の6H型SiCのpn接合発光ダイオードおよび3C型SiCのpn接合発光ダイオードを作製する。

ここで、使用した防熱マスクは厚さ50μmのタンゲステン製のものであり、ホルダ側による基板とマスクとの間の距離は8mmとした。

ところで、このようにして作製した発光ダイオード、即ち4V, 20mAの直流電力を与えて発光させたところ、6H型SiCの発光ダイオードは青色ないしは青白色に発光し、3C型SiCの発光ダイオードは赤色ないし橙色に発光した。

なお、前記実施例では基板<sup>15</sup>に形成する異なる成長温度領域は2種類の温度領域とした場合について説明したが、3種類以上であつてもよく、3種類以上の結晶構造のSiC単結晶を成長させるようにしてよいことは勿論である。

また、ホルダ<sup>17</sup>の円筒体<sup>17</sup>、<sup>17</sup>の口径を適宜変更することにより、多様な大きさのSiC単結晶基板上へのSiC単結晶の成長を行なえることは言うまでもない。

#### [発明の効果]

以上のように、この発明の炭化ケイ素単結晶の形成方法によると、防熱マスク<sup>19</sup>によりSiC単結晶基板<sup>15</sup>に異なる成長温度領域を形成して各領域にそれぞれ結晶構造の異なる炭化ケイ素単結晶を同時に成長させるため、従来のように、結晶構造の異なる炭化ケイ素単結晶を成長させることにメカニカルマスクを交換する必要がなく、操作、工程とも大幅に簡略化することができ、所用時間を短縮することができるとともに、従来のような大がかりなマニピュレータが不要となり、真空室内

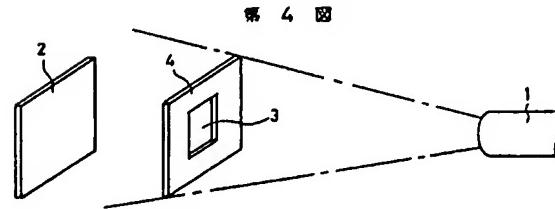
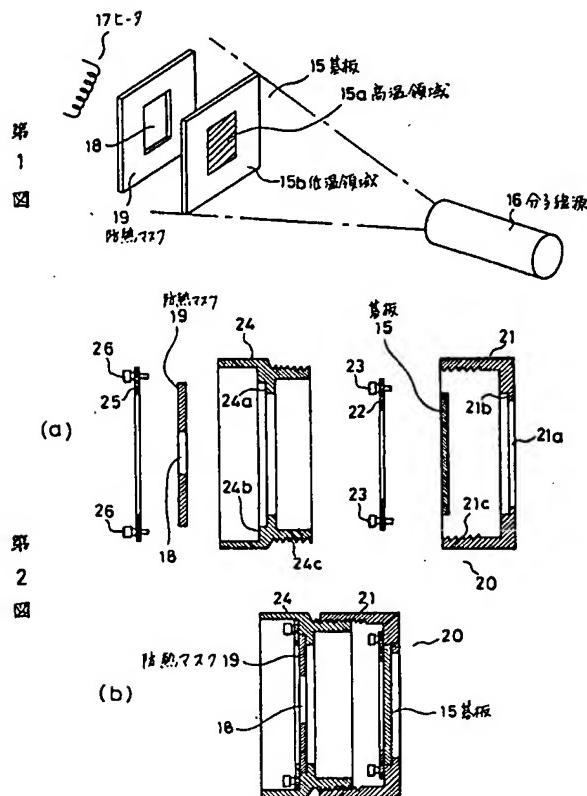
の汚染や真空度の低下を防止することができ、平坦性および品質の優れた炭化ケイ素単結晶を成長させることができが可能となり、その効果は極めて大きい。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図ないし第3図はこの発明の炭化ケイ素単結晶の形成方法の1実施例を示し、第1図は形成時の斜視図、第2図(a)、(b)はそれぞれ基板、防熱マスクの支持用ホルダの分離時および組立時の断面図、第3図(a)～(e)はそれぞれ形成工程の断面図、第4図以下の図面は従来の炭化ケイ素単結晶の形成方法を示し、第4図は形成時の斜視図、第5図(a)、(b)は形成の際に使用する分子線カットマスクの平面図、第6図(a)～(e)はそれぞれ形成工程の断面図である。

<sup>15</sup>…基板、<sup>(15a)</sup>、<sup>(15b)</sup>…高温、低温領域、<sup>19</sup>…分子線源、<sup>20</sup>…ヒータ、<sup>19</sup>…防熱マスク、<sup>24</sup>、<sup>24</sup>…n層、<sup>20</sup>、<sup>20</sup>…p層。

代理人 弁理士 藤田龍太郎



第5図



第6図

